



# Anglais M2 PFA



Niveau d'étude  
BAC +5



ECTS  
2 crédits



Composante  
Faculté des  
Sciences



Volume horaire  
21h

## En bref

- **Méthode d'enseignement:** En présence
- **Forme d'enseignement :** Travaux dirigés
- **Ouvert aux étudiants en échange:** Non

## Présentation

### Description

Cours TD d'anglais, à l'intention des étudiants de la filière Master 2 Physique et qui visent l'insertion professionnelle en langue anglaise dans un contexte contemporain.

### Objectifs

- \* Mobiliser les 4 compétences langagières décrites par le Cadre Européen Commun de Références en Langues (CECRL) à un niveau B2
- \* Pratique de l'écoute et de la compréhension de documents sur le monde du travail anglo saxon
- \* Initiation à la recherche d'emploi en anglais

### Pré-requis nécessaires

Compréhension écrite et orale, notions de grammaire et compétences d'expression écrite et orale élémentaires.

Prérequis recommandés :

Niveau B2 du CECRL à l'oral comme à l'écrit

## Contrôle des connaissances

Contrôle continu intégral – La présence et une participation active aux cours seront exigées.

## Syllabus

- \* Compréhension orale – supports vidéo, échanges en groupe
- \* Compréhension écrite – à partir d'articles de la presse économique
- \* Expression orale en interaction – entretiens et travaux en groupe
- \* Expression écrite – entraînement à la rédaction de CVs et lettres de motivation
- \* Expression orale en présentations de labos ou d'entreprises de spécialité et entretiens d'embauche individuels

## Infos pratiques



---

## Contacts

### Responsable pédagogique

Sonia Chalbi

✉ [sonia.chalbi@umontpellier.fr](mailto:sonia.chalbi@umontpellier.fr)

### FdS master physique

✉ [fds-master-physique@umontpellier.fr](mailto:fds-master-physique@umontpellier.fr)

---

## Lieu(x)

➤ Montpellier - Triolet



# Atelier Astrophysique observationnelle 2



Niveau d'étude  
BAC +5



ECTS  
4 crédits



Composante  
Faculté des  
Sciences



Volume horaire  
30h

## En bref

- **Méthode d'enseignement:** En présence
- **Forme d'enseignement :** Travaux dirigés
- **Ouvert aux étudiants en échange:** Non

- \* Proposer une modélisation et une interprétation astrophysique des données répondant aux buts fixés
- \* Exploiter à bon escient des ressources bibliographiques et des bases de données
- \* Rédiger un rapport respectant les standards de la littérature scientifique

## Présentation

### Description

Au cours de l'UE Atelier Astrophysique observationnelle 2 les étudiants doivent mener à bien toutes les étapes d'une étude astrophysique observationnelle. Depuis la définition des observations spectroscopiques ou photométriques à mener au cours d'un séjour de 4 nuits à l'Observatoire de Haute-Provence, jusqu'à la modélisation et la discussion critique de leurs mesures et la rédaction d'un rapport scientifique, les étudiants sont acteurs de cet enseignement.

### Objectifs

- \* Définir précisément les objectifs du projet choisi et les méthodes à mettre en œuvre
- \* Planifier et préparer les observations requises pour mener à bien le projet
- \* Mettre en œuvre le programme d'observation et l'adapter aux conditions rencontrées
- \* Calibrer les données brutes pour obtenir des données exploitables scientifiquement

### Pré-requis nécessaires

- \* Astrophysique
- \* Programmation pour la Physique

#### Prérequis recommandés :

- \* Atelier Astrophysique observationnelle 1

### Contrôle des connaissances

Oral

### Syllabus

Pendant tout le semestre les étudiants travaillent en groupe sur un projet qu'ils ont choisi parmi un ensemble de sujets proposés. En se basant sur les ressources bibliographiques indiquées, leur propres recherches ainsi que sur de fréquents échanges avec les enseignants, il doivent



mener à bien une étude d'astrophysique observationnelle exploitant les télescopes et instruments mis à leur disposition à l'Observatoire de Haute-Provence. Les étudiants réalisent ainsi un travail de recherche se basant sur des outils professionnels et aboutissant à la rédaction d'un rapport aux normes de la littérature scientifique.

---

## Bibliographie

- \* **Essential Astrophysics**, Kenneth R. Lang, Springer, 2013
- \* **L'observation en astrophysique**, P. Léna, EDP Sciences CNRS, 2008
- \* **Introduction to Astronomical Photometry**, E Budding & O Demircan, Cambridge University Press, 2007
- \* **Introduction to Astronomical Spectroscopy**, I. Appenzeller, Cambridge University Press, 2012
- \* **The Observation and Analysis of Stellar Photospheres**, D.F. Gray, Cambridge University Press, 2005

## Infos pratiques

---

### Contacts

Responsable pédagogique

Julien Morin

✉ [julien.morin@umontpellier.fr](mailto:julien.morin@umontpellier.fr)

FdS master physique

✉ [fds-master-physique@umontpellier.fr](mailto:fds-master-physique@umontpellier.fr)

---

### Lieu(x)

➤ Montpellier - Triolet



# Cosmologie Observationnelle



Niveau d'étude  
BAC +5



ECTS  
3 crédits



Composante  
Faculté des  
Sciences



Volume horaire  
18h

## En bref

- > **Méthode d'enseignement:** En présence
- > **Forme d'enseignement :** Cours magistral
- > **Ouvert aux étudiants en échange:** Non

## Présentation

### Description

L'objectif est de présenter les différentes observations et concepts théoriques associés – appelés sondes cosmologiques – ayant permis d'accréditer le modèle cosmologique  $\Lambda$ CDM dit « de concordance ». L'UE est découpée en chapitres de taille sensiblement égale. Elle est complétée par une série de séminaires présentés par les étudiants (classe inversée) et approfondissant des aspects plus observationnels et techniques (à partir d'une publication d'une grande collaboration).

### Objectifs

Cette UE apportera les connaissances théoriques et observationnelles de base permettant de comprendre les développements les plus récents de cosmologie observationnelle (les différentes observables cosmologiques, formation et caractérisation des grandes structures, éléments

de nucléosynthèse primordiale, questions ouvertes, etc.) en lien avec les expériences en cours ou en développement.

## Pré-requis nécessaires

Astrophysique

### Prérequis recommandés :

Dynamique des fluides en astrophysique et cosmologie

Relativité générale et cosmologie

Capteurs et traitement d'image

## Contrôle des connaissances

Séminaire étudiant + examen terminal

## Syllabus

- 1 .Friedmannologie
- 2 .Grandes structures (aspects théoriques)
- 3 .Grandes structures (aspects observationnels)
- 4 .Nucléosynthèse primordiale
- 5 .Cosmologie numérique
- 6 .Modèle de concordance et au-delà

## Infos pratiques



---

## Contacts

### Responsable pédagogique

Bertrand Plez

✉ [bertrand.plez@umontpellier.fr](mailto:bertrand.plez@umontpellier.fr)

### FdS master physique

✉ [fds-master-physique@umontpellier.fr](mailto:fds-master-physique@umontpellier.fr)

---

## Lieu(x)

➤ Montpellier - Triolet



# Formation des Etoiles et des Systèmes Planétaires



Niveau d'étude  
BAC +5



ECTS  
6 crédits



Composante  
Faculté des  
Sciences



Volume horaire  
36h

## En bref

- > **Méthode d'enseignement:** En présence
- > **Forme d'enseignement :** Cours magistral
- > **Ouvert aux étudiants en échange:** Non

## Présentation

### Description

Ce cours abordera les grandes lignes de la formation des étoiles et des systèmes planétaires en deux parties de durées égales. La formation stellaire traitera de la stabilité des nuages en équilibre et stabilité, de l'effondrement des cœurs denses, des proto-étoiles et leur évolution, et de l'impact des jeunes étoiles sur leur environnement. La formation planétaire s'appuiera sur les contraintes du système solaire et les détections de planètes extrasolaires pour traiter la structure et l'évolution des disques protoplanétaires, et la formation des planètes telluriques et des planètes géantes.

### Objectifs

Ce cours apportera les connaissances théoriques nécessaires à la compréhension des processus de formation stellaire et planétaire, en faisant à chaque fois le lien avec les contraintes observationnelles et les simulations numériques

les plus récentes. Il préparera les étudiants à un travail de recherche dans ce domaine utilisant des méthodes variées.

## Pré-requis nécessaires

Astrophysique

Atomes, Molécules et Rayonnement

Hydrodynamique

Physique statistique

### Prérequis recommandés :

Dynamique des fluides en astrophysique et cosmologie

## Contrôle des connaissances

Contrôle continu et examen terminal

## Syllabus

- 1 .Introduction à la formation stellaire
- 2 .Nuages moléculaires
- 3 .Effondrement gravitationnel
- 4 .Formation des disques protostellaires
- 5 .Étoiles de pré-séquence principale
- 6 .Formation des étoiles massives
- 7 .Conséquences et sous-produits
- 8 .Introduction à la formation planétaire
- 9 .Structure des disques
- 10 Évolution des disques



- 11 Observations des disques
- 12 Formation des planétésimaux
- 13 Formation des planètes telluriques
- 14 Formation des planètes géantes
- 15 Systèmes extrasolaires et nouvelle perspective sur la formation planétaire

## Infos pratiques

---

### Contacts

#### Responsable pédagogique

Bertrand Plez

✉ [bertrand.plez@umontpellier.fr](mailto:bertrand.plez@umontpellier.fr)

#### FdS master physique

✉ [fds-master-physique@umontpellier.fr](mailto:fds-master-physique@umontpellier.fr)

### Lieu(x)

➤ Montpellier - Triolet





# Formation et Evolution des Galaxies



Niveau d'étude  
BAC +5



ECTS  
6 crédits



Composante  
Faculté des  
Sciences



Volume horaire  
36h

## En bref

- › **Méthode d'enseignement:** En présence
- › **Forme d'enseignement :** Cours magistral
- › **Ouvert aux étudiants en échange:** Non

## Prérequis recommandés :

Astrophysique

Atelier Astrophysique observationnelle 1

Relativité générale et cosmologie

## Présentation

### Description

Cette UE pose les bases de notre connaissance de la formation et de l'évolution des galaxies, depuis les processus astrophysiques en jeu aux petites échelles concernant la formation stellaire jusqu'aux effets d'environnement aux très grandes échelles. Une double approche sera utilisée, avec d'une part les aspects théoriques et d'autre part les aspects observationnels.

### Objectifs

Donner une formation sur le cadre théorique et l'interprétation des observations permettant de comprendre la formation et l'évolution des galaxies d'un point de vue astrophysique, ainsi que les enjeux actuels.

## Contrôle des connaissances

Examen final écrit.

## Syllabus

- \* Prérequis de Cosmologie
- \* Propriétés physiques des galaxies et de leur environnement
- \* formation stellaire
- \* populations stellaires non résolues (et lien avec évolution)
- \* dynamique des galaxies
- \* groupes et amas, grandes structures
- \* Techniques observationnelles
- \* grands relevés, biais observationnels, sondages de galaxies
- \* études des galaxies dans différents domaines spectraux (de l'UV-visible au domaine radio)
- \* propriétés spectroscopiques / techniques de spectroscopie (notamment spectroscopie résolue)

## Pré-requis nécessaires



# Infos pratiques

---

## Contacts

Responsable pédagogique

Bertrand Plez

✉ [bertrand.plez@umontpellier.fr](mailto:bertrand.plez@umontpellier.fr)

FdS master physique

✉ [fds-master-physique@umontpellier.fr](mailto:fds-master-physique@umontpellier.fr)

---

## Lieu(x)

➤ Montpellier - Triolet



# Milieu Interstellaire



Niveau d'étude  
BAC +5



ECTS  
3 crédits



Composante  
Faculté des  
Sciences



Volume horaire  
18h

## En bref

- › **Méthode d'enseignement:** En présence
- › **Forme d'enseignement :** Cours magistral
- › **Ouvert aux étudiants en échange:** Non

## Présentation

### Description

Milieu interstellaire : processus physico-chimiques – phases – radioastronomie.

Cette UE permet d'acquérir des notions sur les processus physico-chimiques importants pour le milieu interstellaire (processus dynamiques, thermiques et chimiques) ainsi que sur les diagnostics observationnels associés (spectroscopie moléculaire, radioastronomie). Les principales phases du milieu interstellaire (phases ionisée, atomique et moléculaire) sont également présentées.

### Objectifs

Connaissance des processus physico-chimiques importants dans les milieux très dilués

Connaissance des différentes phases du milieu interstellaire

Initiation à la radioastronomie

## Pré-requis nécessaires

Physique atomique (Atomes, Molécules et Rayonnement)

Hydrodynamique

**Prérequis recommandés :**

Astrophysique

Dynamique des fluides en astrophysique et cosmologie

## Contrôle des connaissances

Examen écrit final

## Syllabus

Introduction : présentation des caractéristiques générales du milieu interstellaire

Processus fondamentaux en physique atomique et moléculaire pour l'astrophysique : coefficients d'Einstein – excitation collisionnelle (collisions inélastiques) – équilibre statistique – rotation et vibration des molécules

Phases du milieu interstellaire : région H II – milieu atomique froid – nuages moléculaires

Chimie interstellaire : Astrochimie : Généralités – Introduction à la dynamique réactionnelle – Chimie en phase gaz



(réactions bimoléculaires neutre-neutre, ion-molécule,...) –  
Chimie à la surface de solides (grains, glaces) – Chimie  
prébiotique

Poussières interstellaires

Régions de photodissociation : processus thermiques et  
dynamiques

Radioastronomie

## Infos pratiques

---

### Contacts

Responsable pédagogique

Eric JOSSELIN

✉ [Eric.Josselin@umontpellier.fr](mailto:Eric.Josselin@umontpellier.fr)

FdS master physique

✉ [fds-master-physique@umontpellier.fr](mailto:fds-master-physique@umontpellier.fr)

---

### Lieu(x)

➤ Montpellier - Triolet



# Structure et Evolution Stellaire



Niveau d'étude  
BAC +5



ECTS  
3 crédits



Composante  
Faculté des  
Sciences



Volume horaire  
18h

## En bref

- **Méthode d'enseignement:** En présence
- **Forme d'enseignement :** Cours magistral
- **Ouvert aux étudiants en échange:** Non

## Présentation

### Description

Une grande partie de notre compréhension de l'Univers repose sur la compréhension et la modélisation précise des étoiles. Les étoiles constituent une partie très importante de la lumière intégrée des galaxies, ce sont des contributeurs majeurs à l'évolution chimique et dynamique des galaxies. Dans ce cours, nous aborderons la physique décrivant la structure stellaire et nous étudierons comment cette structure évolue au cours du temps dans le cas des étoiles isolées.

### Objectifs

Les objectifs sont d'apporter les clefs physiques pour la compréhension de la structure et de l'évolution des étoiles et de leurs propriétés observationnelles depuis la phase de pré-séquence principale jusqu'à la fin de vie nucléaire et ce pour les étoiles de toutes masses et composition chimique.

A l'issue de ce cours, les étudiants connaîtront les processus physiques classiques (équation d'état, interaction matière

rayonnement, nucléosynthèse, ...) régissant la structure et l'évolution des étoiles et leur modélisation. Ils auront des notions des modifications apportées par l'introduction de processus de transport de matière dits non-standard dans ces modèles. Ils auront enfin une compréhension basique des pulsations stellaires.

### Pré-requis nécessaires

Astrophysique

Transfert de Rayonnement et Atmosphères Stellaires

### Contrôle des connaissances

L'évaluation se fait sous la forme d'un contrôle continu et d'un examen final

### Syllabus

- 1 .Introduction à la physique stellaire
- 2 .Les équations de la structure stellaire à 1D
- 3 .Equation d'état
- 4 .Réactions thermonucléaires et nucléosynthèse
- 5 .Opacités et modes de transport de la chaleur dans les intérieurs stellaires
- 6 .Analyse détaillée de l'évolution stellaire : étoiles de faible masse, de masse intermédiaire, et massives
- 7 .Physique et évolution stellaire au-delà du modèle classique



8 .Introduction à la physique de la variabilité stellaire

## Infos pratiques

---

### Contacts

Responsable pédagogique

Ana Palacios

✉ [ana.palacios@umontpellier.fr](mailto:ana.palacios@umontpellier.fr)

FdS master physique

✉ [fds-master-physique@umontpellier.fr](mailto:fds-master-physique@umontpellier.fr)

---

### Lieu(x)

➤ Montpellier - Triolet



# Transfert de Rayonnement et Atmosphères Stellaires



Niveau d'étude  
BAC +5



ECTS  
3 crédits



Composante  
Faculté des  
Sciences



Volume horaire  
18h

## En bref

- **Méthode d'enseignement:** En présence
- **Forme d'enseignement :** Cours magistral
- **Ouvert aux étudiants en échange:** Non

## Présentation

### Description

Cette UE couvre l'essentiel des bases nécessaires à une bonne compréhension de la physique des atmosphères et des vents stellaires. Les éléments essentiels de la théorie du transfert de rayonnement sont couverts, à l'ETL (équilibre thermodynamique local) et hors-ETL, ainsi que la description du gaz (équation d'état) et son interaction avec le champ de rayonnement (opacités). Les modèles et simulations modernes sont présentés avec leur application à la détermination des paramètres stellaires, en particulier la composition chimique, via la spectroscopie. Les différents types de vents stellaires (pression, radiatif, hybride) sont décrits via les théories mises en regard des observations.

### Objectifs

Assurer les bases fondamentales en transfert radiatif pour aborder la plupart des problèmes d'astrophysique

Acquérir les bases de la physique des atmosphères stellaires permettant d'aborder les publications spécialisées du domaine

Connaître les théories essentielles de vents stellaires, et les mécanismes afférents

Savoir mettre en application ces connaissances pour effectuer des calculs, estimer des ordres de grandeurs, ou tester une théorie.

Connaître l'existence des codes numériques emblématiques de simulation des atmosphères et leur domaine d'application

### Pré-requis nécessaires

**Prérequis recommandés :**

Bases d'astrophysique, mécanique quantique, physique atomique, physique statistique

### Contrôle des connaissances

Contrôle continu integral

### Syllabus

Transfert radiatif avancé : ETL, hors-ETL, formation des raies, processus atomiques, équilibre radiatif, atmosphère grise



Atmosphères stellaires : équations et ingrédients physiques, structure, atmosphères hydrostatiques, convection, simulations hydrodynamiques radiatives 3D, diagnostics

Spectroscopie stellaire : atome à deux niveaux, élargissement des raies, détermination de la composition chimique des atmosphères

Vents stellaires : vent solaire, vents radiatifs des étoiles chaudes, vents hybrides des géantes rouges

## Infos pratiques

---

### Contacts

Responsable pédagogique

Bertrand Plez

✉ [bertrand.plez@umontpellier.fr](mailto:bertrand.plez@umontpellier.fr)

FdS master physique

✉ [fds-master-physique@umontpellier.fr](mailto:fds-master-physique@umontpellier.fr)

### Lieu(x)

---

➤ Montpellier - Triolet